

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-321399

(43) 公開日 平成8年(1996)12月3日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H05H 1/46

9216-2G

H05H 1/46

A

C23C 16/50

C23C 16/50

H01L 21/205

H01L 21/205

21/3065

21/302

B

審査請求 未請求 請求項の数6 ○ L (全5頁)

(21) 出願番号 特願平7-126276

(22) 出願日 平成7年(1995)5月25日

(71) 出願人 000205041

大見 忠弘

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-30
1

(71) 出願人 395003523

株式会社フロンテック

宮城県仙台市泉区明通三丁目31番地

(72) 発明者 金 東吉

宮城県仙台市泉区明通三丁目31番地株式会
社フロンテック内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

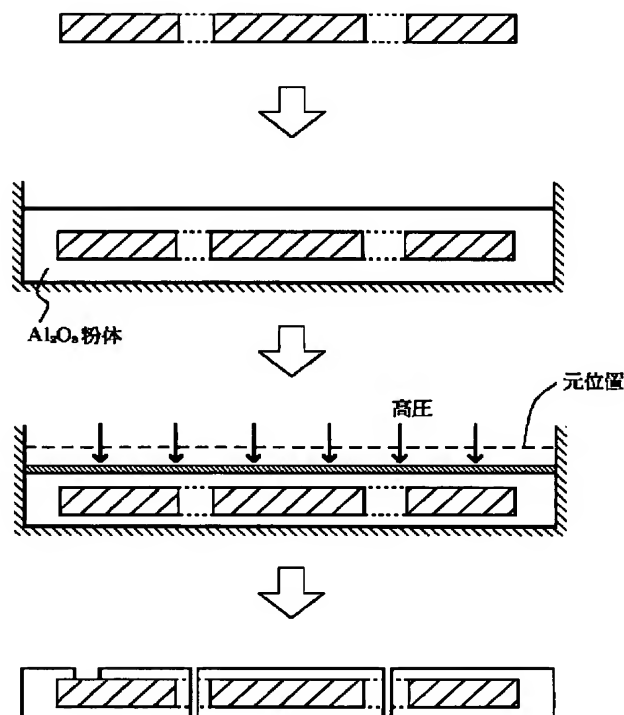
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、高周波電極に微細な穴が形成されていてもその穴の表面も十分にセラミックで覆われており、成膜雰囲気を汚染することのない、優れた特性を有する膜の形成が可能な、プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【構成】 本発明は、金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該高周波電極からのガス放出量を 10^{-8} Torr・L/sec $\sim 10^{-6}$ Torr・L/sec以下としたことを特徴とする。また、本発明は、金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該セラミック材は焼結セラミック材であることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該高周波電極からのガス放出量を $10^{-8} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec} \sim 10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ 以下としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 前記セラミック材は焼結セラミック材であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該セラミック材は焼結セラミック材であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記セラミック材はアルミナ又は酸化ジルコニウムであることを特徴とする請求項 3 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記金属はタングステン又はモリブデンであることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記高周波電極には微細な穴が形成されていることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラズマ処理装置に係る。

【0002】

【従来の技術】従来プラズマ処理装置としては、アルミナ等のセラミック材を溶射することにより金属表面をコーティングしてなる電極を高周波電極として用いたものが知られている。

【0003】しかし、従来のプラズマ処理装置を用いて成膜を行った場合、成膜した膜の特性には限界があった。例えば絶縁膜については絶縁耐圧としては $8 \text{ MV} / \text{cm}$ が限界であった。

【0004】また、高周波電極にはガス噴射口などの微細な穴が形成されることが多いが、溶射ではこの微細な穴の内面までコーティングすることは困難である。従って、この穴の内面がプラズマによりアタックされ成膜雰囲気汚染の原因となっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、優れた特性を有する膜の形成が可能なプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0006】本発明は、高周波電極に微細な穴が形成されていてもその穴の表面も十分にセラミックで覆われており、成膜雰囲気汚染することのないプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の要旨は、金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該高周波電極からのガス放出量を $10^{-8} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec} \sim 10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ 以下としたことを特徴とするプラズマ処理装置金属に存在する。

【0008】本発明の第 2 の要旨は、第 1 の要旨において、前記セラミック材は焼結セラミック材であることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。

【0009】本発明の第 3 の要旨は、金属の少なくともプラズマにさらされる部分がセラミック材で覆われてなる高周波電極を有するプラズマ処理装置において、該セラミック材は焼結セラミック材であることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。

【0010】本発明の第 4 の要旨は、第 3 の要旨において、前記セラミック材はアルミナ又は酸化ジルコニウムであることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。

【0011】本発明の第 5 の要旨は、第 3 の要旨又は第 4 の要旨において、前記金属はタングステン又はモリブデンであることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。

【0012】本発明の第 6 の要旨は、第 3 乃至第 5 の要旨において、前記高周波電極には微細な穴が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置に存在する。

【0013】

【作用】以下に、本発明の作用及び実施態様例を本発明をなすに際して得た知見などとともに説明する。

【0014】プラズマ処理装置により半導体膜、絶縁膜その他の各種膜の成膜が行われるが、優れた特性（例えば、絶縁膜の場合は高い絶縁耐圧、半導体膜の場合は高い易動度）を達成するために、原料ガスの不純物濃度を ppb レベルにまで制御し、また、プラズマ処理装置の成膜室内壁はその表面からのガス放出量の少ない材料（例えばクロム酸化物をよりなる酸化不動態膜を表面に有するステンレス鋼）により構成し、不純物濃度を極力低減せしめている。

【0015】このように、不純物濃度を極力低減せしめているにもかかわらず、従来のプラズマ処理装置では優れた特性の膜の成膜を行うことができなかった。

【0016】本発明者はその原因の探求を行った。その結果、高周波電極からのガス放出が大きな原因となっていることを見いだした。そして、より重要なことは、 $10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ を境として急激に特性の向上が認められることを知見したことである。すなわち、 $10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ には臨界的意義が認められ、 $10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ 以下とすることにより優れた特性を有する膜を成膜することができる。

【0017】なお、 $10^{-7} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ 以下がガス放出量がより一層少なくなり好ましい。

【0018】一方、 $5 \times 10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ を境として効果(例えば絶縁耐圧)は飽和する。従って、経済的観点から $5 \times 10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ を下限とする。

【0019】(請求項2・請求項3)ガス放出を低減せしめる手段を鋭意探求したところ、金属を被覆するセラミック材としては、焼結セラミックが従来の溶射セラミックよりはるかにガス放出量が少ないことを見いだした。

【0020】すなわち、本発明では、セラミック材は焼結セラミック材としたため、高周波電極からの放出ガスを従来よりも著しく低減させることができ、特性の良好な膜の成膜が可能となった。

【0021】焼結セラミックが溶射セラミックよりも放出ガス量が著しく少ない理由は明確ではない。ただ、次のように推定される。すなわち、従来の溶射セラミックの表面を予細に観察するとその表面には空房が存在し、その空房が不純物ガスの溜まり場となり、放出ガス源になると考えられる。それに対し、焼結セラミックの表面にはそのような空房は存在せず、そのため放出ガス量が溶射セラミックより少ないものと考えられる。

【0022】焼結セラミックとは焼結工程を経て形成されたセラミックであるが、焼結方法としては、例えば、HP法(加圧焼結法)、SPS法(放電プラズマ焼結法)、HIP法(等方加圧圧縮焼結法)があげられる。HP法では $10^{-7} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ のレベル、SPS法では $10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ のレベル、HIP法では $10^{-9} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ のレベルの放出ガス量が達成可能である。

【0023】(請求項4)請求項1あるいは請求項3の発明におけるセラミックの種類は特に限定されないが、アルミナ、酸化ジルコニウム(またはジルコニア)が特に好ましい。アルミナ、酸化ジルコニウムは、耐食性、耐プラズマ特性に優れているため電極からの不純物の混入が他のセラミックに比べ少なく、より優れた特性を有する膜の成膜が可能となる。

【0024】(請求項5)従来の高周波電極の金属にはハステロイ(登録商標)が用いられている。しかるに、焼結セラミックの焼結は高圧・高温下において行われるため、ハステロイを用いるとクラックの発生をともなうことが多いことが判明した。タングステン、タンタル又はモリブデンを用いた場合にはかかるクラックの発生を有効に防止することができるため好ましい。

【0025】(請求項6)溶射セラミックの場合はガス噴射口などの微細な穴の内面をセラミックでコーティングすることは困難であることは前述した通りである。

【0026】それに対し、請求項3の発明に示す焼結セラミックは、微細な穴を有する高周波電極に対して特に有効である。

【0027】すなわち、金属の所定の位置(噴射口など

の微細な穴に対応する位置)に、設計上決定された微細な穴の径(a)よりも大きめの穴($a + \alpha$)を開けておき、焼結後、レーザなどにより、所定の位置に(a)の大きさで微細な穴をあければよい。これにより、微細な穴であってもその内面には($\alpha/2$)の厚さの焼結セラミックを形成することができる。ここで α の大きさには限定されないので希望する厚さの焼結セラミックを微細な穴の内面に形成することができる。

【0028】

【実施例】

(実施例1) 30cm四方、板厚5mmのタングステン(W)製の板を用意した。この金属板の表面粗さはRa 30nmとした。

【0029】この板にパンチングにより3mm径の穴を形成した(図1(a))。

【0030】この板を図1(b)に示すように、型の中にアルミナ(Al_2O_3)粉末とともに配置した。粉末は、平均粒径 $100 \mu\text{m}$ 、純度99.9%のものをを用いた。

【0031】次に図1(c)に示すように、HP法により高圧・高温において焼結を行った。圧力は30MPa、温度は 1500°C とし、焼結時間は2時間とした。

【0032】焼結終了が、図1(d)に示すように、型から電極を取り出し、パンチングにより形成した穴の間にガス噴射用の穴(0.3mm径)をレーザにより開けるとともに高周波電力印加用の穴もレーザで開けた。

【0033】以上のようにして約10個の高周波電極を作製し、この高周波電極についてガス放出特性を調べたところ、約 $10^{-6} \sim 5 \times 10^{-7} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ であった。

【0034】この高周波電極を組み込んでプラズマ処理装置を作製した。プラズマ処理装置の成膜室の内壁はクロム酸化物からなる不動態膜を表面に有するステンレス鋼により構成し、その内壁からの放出ガス量は $10^{-8} \sim 10^{-7} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ とした。このプラズマ処理装置を用いて窒化シリコン膜をプラズマCVD法により形成した。なお、その際、原料ガス中における不純物濃度は数ppb以下にし、成膜前には窒素ガスを用いて回分パージを行った。

【0035】成膜した窒化シリコン膜の絶縁耐圧を測定したところ、絶縁耐圧は8.0~9.0MV/cmであった。

【0036】(実施例2)本例では、焼結をSPS法を用いて行った。他の点は実施例1と同様とした。

【0037】ガス放出特性は $5 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-8} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ であった。また、絶縁耐圧は9.0~9.5MV/cmであった。

【0038】(実施例3)本例では、焼結をHIP法を用いて行った。他の点は実施例1と同様とした。

【0039】ガス放出特性は $5 \times 10^{-8} \sim 5 \times 10^{-9} \text{ T}$

$\text{orr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ であった。また、絶縁耐圧は $9.5 \sim 10.0 \text{ MV} / \text{cm}$ であった。

【0040】図2に実施例1～実施例3において測定した絶縁耐圧の結果をまとめて示す。図2から明かなように、絶縁耐圧は、 $10^{-6} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ を境として急激に向上している。また、 $5 \times 10^{-8} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ を境として絶縁耐圧は飽和している。

【0041】（実施例4）本例では、図3（a）に示す高周波電極を実施例1と同様の条件でHP法により作製した。この高周波電極は、凹状のセラミック体に金属体を嵌合あるいは接着したものである。

【0042】まず、焼結により凹状のセラミックを作製した後、このセラミックとモリブデン（Mo）金属板とを接着剤セラセットSN（商標）を用いて接着した。

【0043】ガス放出特性は $5 \times 10^{-6} \sim 10^{-7} \text{ Torr} \cdot \text{L} / \text{sec}$ であった。また、絶縁耐圧は $8.0 \sim 9.0 \text{ MV} / \text{cm}$ であった。

【0044】（実施例5）本例では、図3（b）～（d）に示す高周波電極を作製した。セラミックはHP法により作製し、金属はタングステンを用いた。電極の作製手順は、実施例1と同じとした。

【0045】図3（b），（c）に示すようにセラミックと金属の熱膨張の差を下げるために金属板の穴を色々な形状に加工することができる。また、図3（d）に示すように金属糸で網タイプのもを作製し、金属板を代

用することもできる。

【0046】

【発明の効果】

（請求項1）請求項1に係る発明によれば、優れた特性（例えば絶縁耐圧が $8.0 \text{ MV} / \text{cm}$ 以上）を有する膜の成膜が可能となる。

【0047】（請求項2・請求項3）請求項2、請求項3に係る発明によれば、高周波電極からのガス放出量を従来よりも著しく低減せしめることが可能となり、特性の良好な膜の成膜が可能となった。

【0048】（請求項4）電極からの不純物の混入が他のセラミックに比べ少なく、より優れた特性を有する膜の成膜が可能となる。

【0049】（請求項5）高周波電極におけるクラックの発生を有効に防止することができる。

【0050】（請求項6）ガス噴射口などの微細な穴の内面がセラミックで容易かつ確実にコーティングされた高周波電極を有しており、特にCVD装置等に有効に適用できる。

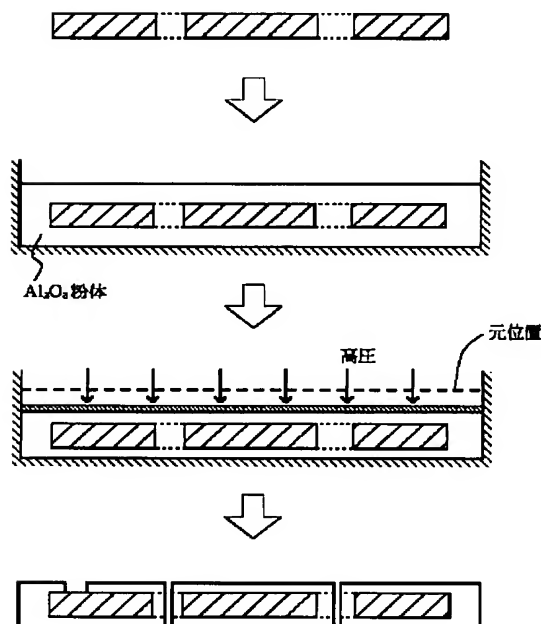
【図面の簡単な説明】

【図1】高周波電極の製造工程例を示す工程図である。

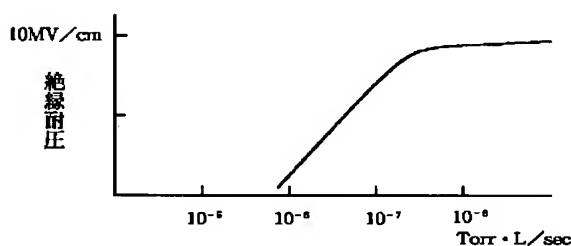
【図2】放出ガス量と絶縁耐圧との関係を示すグラフである。

【図3】実施例に係る高周波電極を示す概念図である。

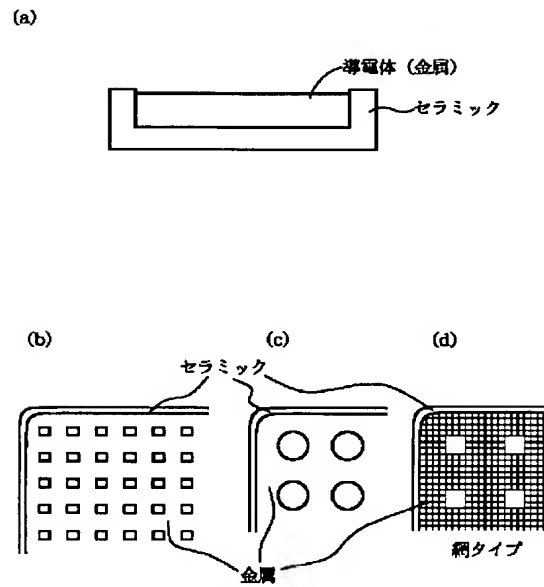
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(72) 発明者 福田 航一
宮城県仙台市泉区明通三丁目31番地株式会
社フロンテック内

(72) 発明者 大見 忠弘
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 の 1 の 17 の
301

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : ~~408321~~399 ,

(43)Date of publication of application : 03.12.1996

(51)Int.Cl.

H05H 1/46

C23C 16/50

H01L 21/205

H01L 21/3065

(21)Application number : 07-126276

(71)Applicant : OMI TADAHIRO

FURONTETSUKU:KK

(22)Date of filing : 25.05.1995

(72)Inventor : KIN TOKICHI

FUKUDA KOICHI

OMI TADAHIRO

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a plasma processing device having the surface of a fine hole sufficiently covered with a ceramic material even in the case of the formation of the hole through a high-frequency electrode, and having the capability of ensuring freedom from the contamination of film forming atmosphere, as well as forming a film having excellent characteristics.

CONSTITUTION: Regarding a plasma processing device equipped with the high-frequency electrode where at least a section of metal exposed to a plasma is covered with a ceramic material, a gas discharge amount from the electrode is set between 10^{-8} Torr.L/sec. and 10^{-6} Torr.L/sec., or less. Furthermore, regarding the plasma etching device equipped with the high frequency electrode where at least a section of metal exposed to a plasma, the ceramic material is a sintered ceramic

material.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.02.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2933508

[Date of registration] 28.05.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.** shows the word which can not be translated.**

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Plasma treatment equipment characterized by the metaled part exposed to the plasma at least making the amount of gas evolutions from this RF electrode less than [10⁻⁸ Torr-L/sec-10⁻⁶ Torr-L/sec] in the plasma treatment equipment which has the RF electrode which it comes to cover by ceramic material.

[Claim 2] Said ceramic material is plasma treatment equipment according to claim 1 characterized by being sintering ceramic material.

[Claim 3] It is plasma treatment equipment characterized by this ceramic material being sintering ceramic material in the plasma treatment equipment which has the RF electrode with which it comes to cover the metaled part exposed to the plasma at least by ceramic material.

[Claim 4] Said ceramic material is plasma treatment equipment according to claim 3 characterized by being an alumina or a zirconium dioxide.

[Claim 5] Said metal is plasma treatment equipment according to claim 3 or 4 characterized by being a tungsten or molybdenum.

[Claim 6] Claim 3 characterized by forming the detailed hole in said RF electrode thru/or plasma treatment equipment of five given in any 1 term.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to plasma treatment equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] As plasma treatment equipment, the thing using the electrode which comes to coat a surface of metal by carrying out thermal spraying of

the ceramic material, such as an alumina, as an RF electrode is known conventionally.
[0003] However, when membranes were formed using conventional plasma treatment equipment, there was a limitation in the property of the film which formed membranes. For example, about the insulator layer, 8 MV/cm was limitations as withstand voltage.
[0004] Moreover, although the hole where a gas injection tip etc. is detailed is formed in an RF electrode in many cases, it is difficult to coat with thermal spraying to the inside of this detailed hole. Therefore, the inside of this hole was attacked by the plasma and caused [of the membrane formation ambient atmosphere] contamination.
[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention aims at offering the plasma treatment equipment which can form the film which has the outstanding property.

[0006] Even if the detailed hole is formed in the RF electrode, the front face of the hole is also fully covered with the ceramic, and this invention aims at offering the plasma treatment equipment which does not pollute a membrane formation ambient atmosphere.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The 1st summary of this invention exists in the plasma treatment equipment metal with which the metaled part exposed to the plasma at least is characterized by making the amount of gas evolutions from this RF electrode into less than [10^{-8} Torr-L/sec- 10^{-6} Torr-L/sec] in the plasma treatment equipment which has the RF electrode which it comes to cover by ceramic material.

[0008] The 2nd summary of this invention exists in the plasma treatment equipment characterized by said ceramic material being sintering ceramic material in the 1st summary.

[0009] In the plasma treatment equipment with which the 3rd summary of this invention has the RF electrode with which it comes to cover the metaled part exposed to the plasma at least by ceramic material, this ceramic material exists in the plasma treatment equipment characterized by being sintering ceramic material.

[0010] The 4th summary of this invention exists in the plasma treatment equipment characterized by said ceramic material being an alumina or a zirconium dioxide in the 3rd summary.

[0011] The 5th summary of this invention exists in the plasma treatment equipment characterized by said metal being a tungsten or molybdenum in the 3rd summary or 4th summary.

[0012] The 6th summary of this invention exists in the plasma treatment equipment

characterized by forming the detailed hole in said RF electrode in the 3rd thru/or the 5th summary.

[0013]

[Function] It explains with the knowledge which acquired an operation and the example of an embodiment of this invention on the occasion of the following to make this invention.

[0014] Although membrane formation of the semi-conductor film and the various film of an insulator layer and others is performed by plasma treatment equipment In order to attain the outstanding property (for example, withstand voltage high in the case of an insulator layer, mobility high in the case of the semi-conductor film) The high impurity concentration of material gas is controlled even on ppb level, and an ingredient with few amounts of gas evolutions from the front face (for example, stainless steel which has the oxidation passive state film which becomes more about a chromic-acid ghost on a front face) constitutes the wall of the membrane formation room of plasma treatment equipment, and high impurity concentration is made to reduce as much as possible.

[0015] Thus, in spite of having made high impurity concentration reduce as much as possible, the film of the property excellent in conventional plasma treatment equipment was not able to be formed.

[0016] this invention person searched for the cause. Consequently, it found out that the gas evolution from an RF electrode was the big cause. And a more important thing is having carried out the knowledge of improvement in a property being rapidly accepted bordering on 10^{-6} Torr-L/sec. That is, the critical-like meaning is accepted in 10^{-6} Torr-L/sec, and the film which has the property which was excellent by considering as 10 to 6 or less Torr-L/sec can be formed.

[0017] In addition, the amount of gas evolutions of 10 to 7 or less Torr-L/sec decreases further, and is desirable.

[0018] On the other hand, effectiveness (for example, withstand voltage) is saturated bordering on 5×10^{-8} Torr-L/sec. Therefore, let 5×10^{-8} Torr-L/sec be a minimum from an economical viewpoint.

[0019] (Claim 2 and claim 3) When wholeheartedly searched for a means to make a gas evolution reduce, it found out that there were few amounts of gas evolutions farther as ceramic material which covers a metal than the thermal-spraying ceramic of the former [ceramic / sintering].

[0020] That is, in this invention, ceramic material could be written as sintering ceramic material, and could reduce the emission capacity from an RF electrode more

remarkably than before, and the membrane formation of the film with a good property of it was attained.

[0021] The reason with it is not clear in a sintering ceramic. [than a thermal-spraying ceramic] [less / emission capacity is remarkable and] However, it is presumed as follows. That is, it is thought that **** exists in the front face if the front face of the conventional thermal-spraying ceramic is observed minutely, the **** serves as a haunt of impurity gas, and it becomes a source of emission gas. To it, such **** does not exist in the front face of a sintering ceramic, therefore emission capacity is considered to be things fewer than a thermal-spraying ceramic.

[0022] Although a sintering ceramic is a ceramic formed through the sintering process, as the sintering approach, the HP method (pressure-sintering method), the SPS method (discharge plasma sintering process), and the HIP method (isostatic pressing compression sintering process) are raised, for example. By the HP method, the emission capacity of the level of 10^{-9} Torr-L/sec can be attained in the level of 10^{-8} Torr-L/sec, and the HIP method by the level of 10^{-7} Torr-L/sec, and the SPS method.

[0023] (Claim 4) Although especially the class of ceramic in invention of claim 1 or claim 3 is not limited, an alumina and especially a zirconium dioxide (or zirconia) are desirable. It becomes there is little mixing of the impurity from an electrode compared with other ceramics, and possible for them, since the alumina and the zirconium dioxide are excellent in corrosion resistance and a plasma-proof property membranous to form [which has the more excellent property] membranes.

[0024] (Claim 5) Hastelloy (trademark) is used for the metal of the conventional RF electrode. However, since sintering of a sintering ceramic was performed to the bottom of high pressure and an elevated temperature, when Hastelloy was used, it became clear that it was accompanied by generating of a crack in many cases. Since generating of this crack can be effectively prevented when a tungsten, a tantalum, or molybdenum is used, it is desirable.

[0025] (Claim 6) It is as having mentioned above that it is difficult to coat with a ceramic the inside of the hole where a gas injection tip etc. is detailed in the case of a thermal-spraying ceramic.

[0026] The sintering ceramic shown in invention of claim 3 to it is [as opposed to / especially / the RF electrode which has a detailed hole] effective.

[0027] Namely, what is necessary is to make the larger hole ($a+\alpha$) than the path (a) of the detailed hole determined on the design in the metaled position (location corresponding to the hole where an injection tip etc. is detailed), and just to make a

detailed hole in a position in the magnitude of (a) with laser etc. after sintering. Thereby, even if it is a hole minutely, the sintering ceramic of ($\alpha/2$) of thickness can be formed in the inside. The sintering ceramic of thickness which he wishes since it is not limited to the magnitude of α here can be formed in the inside of a detailed hole.

[0028]

[Example]

(Example 1) 30cm around and the plate made from a tungsten (W) of 5mm of board thickness were prepared. Surface roughness of this metal plate was taken as Ra30nm.

[0029] The hole of the diameter of 3mm was formed in this plate by punching (drawing 1 (a)).

[0030] This plate has been arranged with alumina (aluminum 2O3) powder in a mold, as shown in drawing 1 (b). The thing of the mean particle diameter of 100 micrometers and 99.9% of purity was used for powder.

[0031] next, it is shown in drawing 1 (c) -- as -- HP -- in high pressure and an elevated temperature, it sintered by law. The pressure was made to 30MPa(s), temperature was made into 1500 degrees C, and sintering time amount was made into 2 hours.

[0032] As shown in drawing 1 (d), the electrode was picked out from the mold, and sintering termination also made the hole for RF power application by laser, while making the hole for gas injection (diameter of 0.3mm) with laser between the holes formed by punching.

[0033] When about ten RF electrodes were produced as mentioned above and the gas-evolution property was investigated about this RF electrode, it was about 10^{-6} – 5×10^{-7} Torr-L/sec.

[0034] This RF electrode was incorporated and plasma treatment equipment was produced. The stainless steel which has the passive state film which consists of a chromic-acid ghost on a front face constituted the wall of the membrane formation room of plasma treatment equipment, and emission capacity from the wall was made into 10^{-8} – 10^{-7} Torr-L/sec. The silicon nitride film was formed by the plasma-CVD method using this plasma treatment equipment. In addition, at that time, high impurity concentration in material gas was made below into the number ppb, and performed the batch purge using nitrogen gas before membrane formation.

[0035] When the withstand voltage of the silicon nitride film which formed membranes was measured, withstand voltage was 8.0 – 9.0 MV/cm.

[0036] (Example 2) In this example, sintering was performed using the SPS method. Other points presupposed that it is the same as that of an example 1.

[0037] The gas-evolution property was 5×10^{-7} – 5×10^{-8} Torr-L/sec. Moreover, withstand voltage was 9.0 – 9.5 MV/cm.

[0038] (Example 3) In this example, sintering was performed using the HIP method. Other points presupposed that it is the same as that of an example 1.

[0039] The gas-evolution property was 5×10^{-8} – 5×10^{-9} Torr-L/sec. Moreover, withstand voltage was 9.5 – 10.0 MV/cm.

[0040] The result of the withstand voltage measured in the example 1 – the example 3 to drawing 2 is shown collectively. Withstand voltage is improving rapidly bordering on 10^{-6} Torr-L/sec like [it is ***** and] from drawing 2 . Moreover, withstand voltage is saturated bordering on 5×10^{-8} Torr-L/sec.

[0041] (Example 4) the RF electrode shown in drawing 3 (a) by this example -- the same conditions as an example 1 -- HP -- it produced by law. This RF electrode fits in or pastes up a metal body on a concave ceramic object.

[0042] First, after producing a concave ceramic by sintering, this ceramic and a molybdenum (Mo) metal plate were pasted up using adhesives SERASETTO SN (trademark).

[0043] Gas-evolution properties were 5×10^{-6} – $x10^{-7}$ Torr-L/sec. Moreover, withstand voltage was 8.0 – 9.0 MV/cm.

[0044] (Example 5) In this example, the RF electrode shown in drawing 3 (b) – (d) was produced. Producing the ceramic by the HP method, the metal used the tungsten. The production procedure of an electrode presupposed that it is the same as an example 1.

[0045] As shown in drawing 3 (b) and (c), in order to lower the difference of the thermal expansion of a ceramic and a metal, the hole of a metal plate is processible into various configurations. Moreover, as shown in drawing 3 (d), a network type thing can be produced with metal yarn, and it can also substitute for a metal plate.

[0046]

[Effect of the Invention]

(Claim 1) According to invention concerning claim 1, the membranous membrane formation which has the outstanding property (withstand voltage is 8.0 or more MV/cm) is attained.

[0047] (Claim 2 and claim 3) It becomes possible according to invention concerning claim 2 and claim 3 to make the amount of gas evolutions from an RF electrode reduce more remarkably than before, and it is **** for membrane formation of the

film with a good property to be possible.

[0048] (Claim 4) Compared with other ceramics, it is few, and the membranous membrane formation of mixing of the impurity from an electrode which has the more excellent property is attained.

[0049] (Claim 5) Generating of the crack in an RF electrode can be prevented effectively.

[0050] (Claim 6) The inside of the hole where a gas injection tip etc. is detailed has with the ceramic the RF electrode by which coating was carried out easily and certainly, and can apply especially effective in a CVD system etc.

[Brief Description of the Drawings]

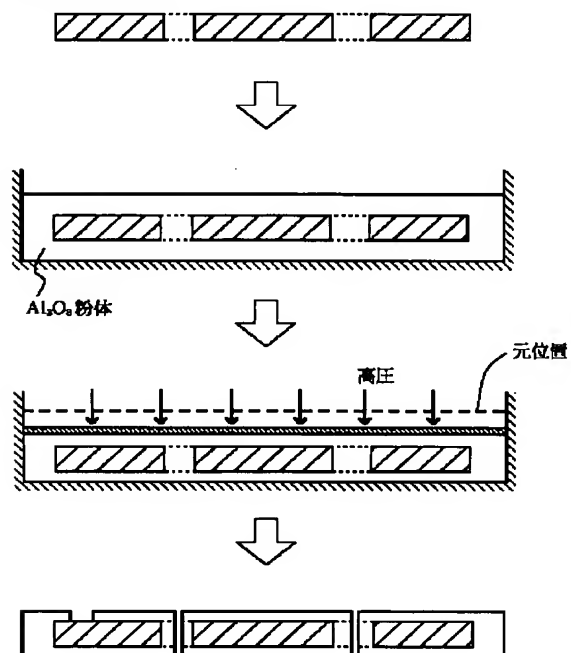
[Drawing 1] It is process drawing showing the example of a production process of an RF electrode.

[Drawing 2] It is the graph which shows the relation between emission capacity and withstand voltage.

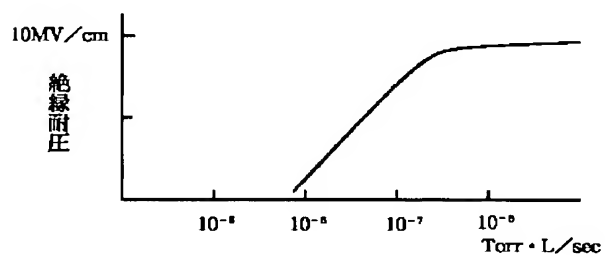
[Drawing 3] It is the conceptual diagram showing the RF electrode concerning an example.

DRAWINGS

[Drawing 1]

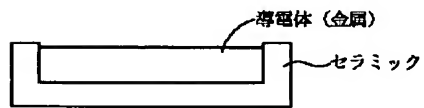


[Drawing 2]



[Drawing 3]

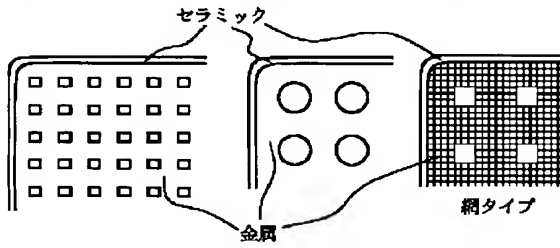
(a)



(b)

(c)

(d)



[Translation done.]